

## 1.2 Analisi quantitativa delle componenti organiche negli alimenti mediante spettroscopia NIR.

Poiché le bande di assorbimento nel NIR sono piuttosto ampie e sovrapposte gli spettri di prodotti alimentare risultano generalmente difficili da interpretare; ciò ha determinato, diversamente rispetto alla spettroscopia del medio infrarosso, in un primo tempo, ad impiegare la spettroscopia NIR per analisi quantitative piuttosto che per analisi qualitative di caratterizzazione ed identificazione di particolari sostanze nelle matrici alimentari[2].

In tabella 1.1 [2] sono indicate le lunghezze d'onda di assorbimento dei vari legami riferiti alla principali componenti organiche presenti negli alimenti (umidità, grassi, proteine, e carboidrati).

<i>Componenti</i>	<i>Lunghezze d'onda (nm)</i>	<i>Numeri d'onda (cm<sup>-1</sup>)</i>	<i>Assegnazioni</i>
<i>Proteine</i>	<b>910</b>	<b>10989</b>	C-H stretch 3° sovratono
	<b>1020</b>	<b>9804</b>	2N-H stretch + 2amideI
	<b>1510</b>	<b>6623</b>	N-H strtch 2° sovratono
	<b>1980</b>	<b>5051</b>	N-H asimmetrico strtch + amide II
	<b>2050</b>	<b>4878</b>	N-H simmetrico strtch + amide II
	<b>2180</b>	<b>4567</b>	2 amide I + amide III
<i>Lipidi</i>	<b>928</b>	<b>10776</b>	C-H stretch terzo sovratono
	<b>1037</b>	<b>9643</b>	2C-H stretch + 2C-H def. + (CH <sub>2</sub> ) <sub>n</sub>
	<b>1200</b>	<b>8333</b>	C-H stretch 2° sovratono (gruppi (CH <sub>2</sub> )
	<b>1734</b>	<b>5767</b>	C-H stretch 1° sovratono gruppi (CH <sub>2</sub> )
	<b>1765</b>	<b>5666</b>	C-H stretch 2° sovratono gruppi (CH <sub>2</sub> )
<i>Amido</i>	<b>990</b>	<b>10101</b>	O-H stretch 2° sovratono
	<b>1440</b>	<b>6944</b>	O-H stretch C sovratono
	<b>1450</b>	<b>6897</b>	O-H stretch 1° sovratono
	<b>1528</b>	<b>6545</b>	O-H stretch 1° sovratono
	<b>1540</b>	<b>6494</b>	O-H stretch 1° sovratono
	<b>1900</b>	<b>5263</b>	O-H stretch + C-O stretch
	<b>2000</b>	<b>5000</b>	2 O-H def. + C-O def.
	<b>2100</b>	<b>4762</b>	2 O-H def. + C-O stretch
	<b>2252</b>	<b>4440</b>	O-H stretch + O-H def.

	<b>2276</b>	<b>4394</b>	<b>O-H stretch + C-C stretch</b>
	<b>2461</b>	<b>4063</b>	<b>O-H stretch + C-C stretch</b>
	<b>2488</b>	<b>4019</b>	<b>O-H stretch + C-C stretch</b>
	<b>2500</b>	<b>4000</b>	<b>O-H stretch + C-C stretch</b>
<i>Acqua</i>	<b>970</b>	<b>10309</b>	<b>O-H stretch s2° sovratono</b>
	<b>1450</b>	<b>6897</b>	<b>O-H stretch 1° sovratono</b>
	<b>1940</b>	<b>5155</b>	<b>O-H stretch + O-H def.</b>
<i>Saccarosio</i>	<b>1440</b>	<b>6944</b>	<b>O-H stretch 1° sovratono</b>
	<b>2080</b>	<b>4808</b>	<b>O-H stretch + O-H def.</b>
<i>Glucosio</i>	<b>1480</b>	<b>6757</b>	<b>O-H stretch 1° sovratono</b>
	<b>1580</b>	<b>6329</b>	<b>O-H stretch 1° sovratono</b>
<i>Cellulosa</i>	<b>1490</b>	<b>6711</b>	<b>O-H stretch 1° sovratono</b>
	<b>1780</b>	<b>5618</b>	<b>C-H stretch 1° sovratono</b>
	<b>1820</b>	<b>5495</b>	<b>O-H stretch + 2 C-O stretch</b>
	<b>2336</b>	<b>4281</b>	<b>C-H stretch + C-H deformazione</b>
	<b>2352</b>	<b>4252</b>	<b>C-H def. 2° sovratono</b>

Tabella 1.1 Principali assorbimenti di componenti organiche negli alimenti

### 5.2.1 Spettroscopia del vicino infrarosso (N-Ir) per la determinazione di costituenti di origine animale nei mangimi

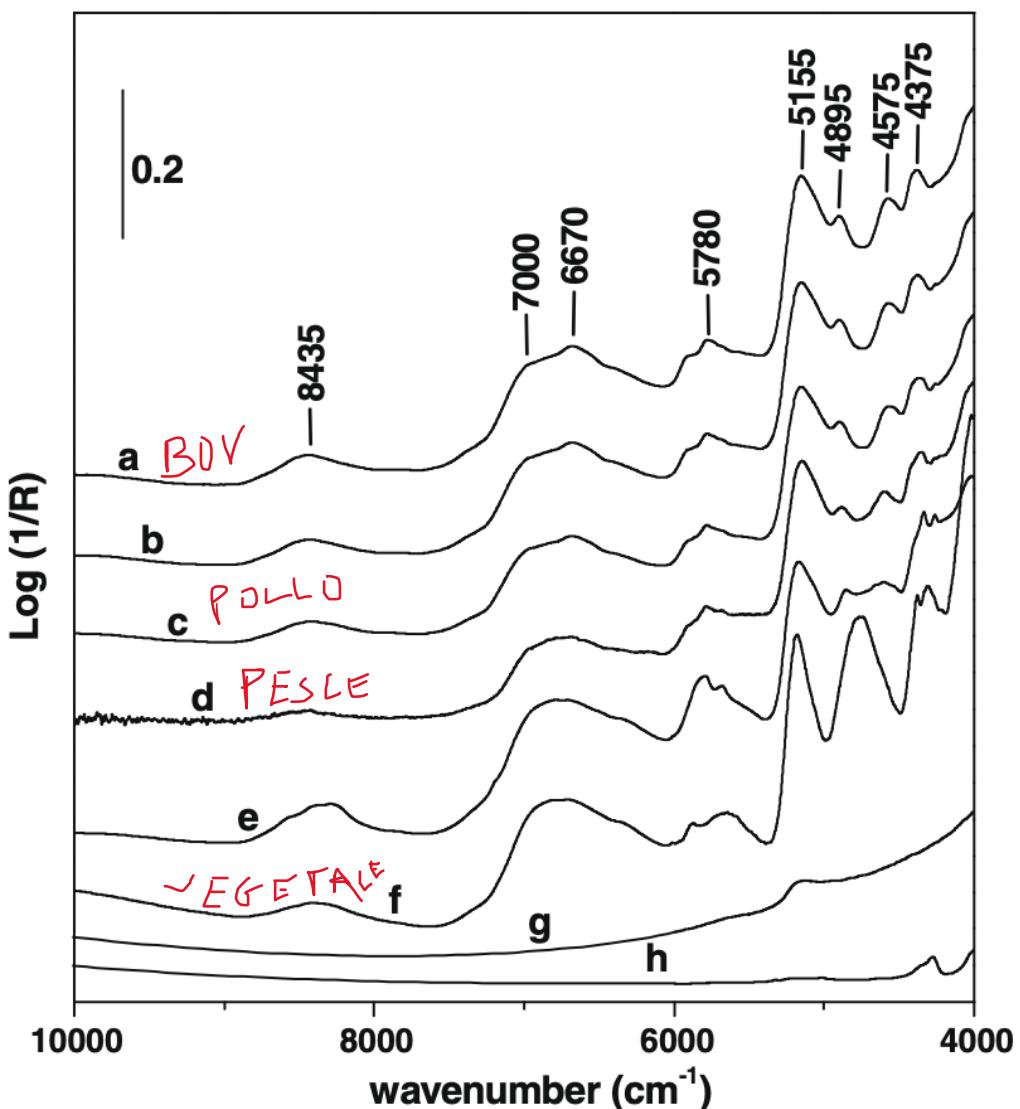
Come descritto nel capitolo 1, l'utilizzo della spettroscopia vibrazionale per l'analisi di parametri biologici e nutrizionali è documentato da una folta bibliografia, fornendo valide ragioni per una sua applicazione anche in campo zootecnico in particolare per rintracciare costituenti di origine animale nei mangimi. Essa consente infatti di rilevare la presenza di acqua, lipidi, proteine ed amido (Tabella 5.1), composti che rappresentano i costituente principali di tutti gli alimenti, compresi quelli ad uso zootecnico (mangimi). I composti inorganici risultano al NIR pressoché silenti a causa dell'assenza nel vicino infrarosso sia di sovratoni che di bande di combinazione di vibrazioni fondamentali.

Matrici Biologiche Bande di assorbimento N-IR (cm <sup>-1</sup> )			
Acqua	Lipidi	Proteine	Amido
8678	8264	8278	8306
5176	7112	6826	6831
	5821	5767	5176
	5682	5176	4762
	4730	4859	4367
	4333	4587	4303

	4263	4344	
		4270	

**Tabella 5.1** Segnali di assorbimento nella regione N-IR specifici di matrici biologiche.

Vista la complessità e l'eterogeneità dei mangimi, nonché degli analiti da rintracciare (tessuti ossei, tessuti muscolari, peli, scaglie, ecc. ) una prima parte del lavoro e' stata dedicata all'acquisizione ed interpretazione degli spettri NIR dei singoli costituenti vegetali e animali (questi ultimi, come detto, illeciti per l'alimentazione degli animali da allevamento) di tali alimenti. Sono quindi stati studiati i materiali di origine vegetale e animale con lo scopo di mettere in evidenza similitudini e, possibilmente, differenze spettroscopiche su cui basare il loro riconoscimento. Tali materiali sono stati classificati sulla base dei loro andamenti spettrali costituendo una folta banca dati di riferimento per i successivi studi applicativi.



**Fig. 1.** NIR spectra, collected with the microscope in the diffuse reflectance mode, of particles present in the sediment derived from the: (a) bovine MBM; (b) suine MBM; (c) fowl MBM; (d) fish MBM; (e) soybean meal representative of proteinic plant, (f) sunflower meal, representative of non-proteinic plants, (g)  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  powder and (h)  $\text{CaCO}_3$  powder.

